中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）41(4)：338～348（1992）

落花生早期世代全互交分析之研究[1]

楊金興　曹文隆　鄭耀星[2]

摘要：本研究利用六個分屬於 Spanish、Valencia 及 Virginia 三種植物型（各二品系）之落花生爲材料，進行6×6半互交，分別於1990及1991年春作在臺中農試所進行 F_2 及 F_3 世代之田間試驗，以分析落花生莢果及籽粒性狀之組合力，並比較型間及型內組合的差異性，及探討不同世代間之關係。結果顯示：F_2 世代在所調查之八個性狀之 GCA 及 SCA 均呈極顯著；F_3 世代除粒寬不顯著外，其餘性狀亦均顯著，而且隨世代之增加其 SCA 所佔比率愈高，顯示 SCA 在高世代更具重要性；六個親本之 GCA 效應在不同世代差異頗大，很難判斷何親本較優，尤其 F_1 世代與 F_2 及 F_3 世代差異最大，如以 F_1 世代預估親本的優劣可能較不適當。比較型間及型內組合的差異，F_2 世代 Spanish×Virginia 組合的 SCA 正效應較多，F_3 世代 Valencia×Virginia 組合均爲正效應，而 Spanish×Valencia 組合在 F_2 及F_3 世代均大部份爲負效應；如針對莢果及籽粒性狀進行改良，以 Spanish 及 Valencia 兩種型的品系與 Virginia 型品係進行雜交可能較有利。

關鍵詞：落花生、早期世代、一般組合力、特殊組合力

栽培種落花生依其生長習性可分爲 Virginia、 Spanish 及 Valencia 三種植物型，其型間特性差異雖大但能雜交（Gregory *et al.,* 1980；Hammons, 1973）。Norden（1973）認爲雜交育種爲落花生品種改良最有利手段之一，而雜交過程中，親本之選擇悠關育種目標的成敗。因此，如何有效及正確的評估親本，當爲育種者重要的課題。全互交方法可提供良好的評估，以達到親本選擇的目的，雖然 Barker（1978）認爲全互交方法對數量性狀遺傳之解釋存有若干缺失，但 Mather and Jinke（1971）則認爲既使全互交法分析所得之遺傳訊息存有微小偏差，仍可提供有用的組合力訊息供親本選擇之參考。

在落花生，已有許多報告利用全互交方法於早期世代進行親本產量及其相關性狀的組合力分析，有的利用 F_1 世代進行評估（Wynne *et al.,* 1970；Manohran *et al.,* 1985；Andeson *et al.,* 1986；Swe and Branch, 1986；Dwivedi *et al.,* 1989），也有利用 F_2世代進行分析（Wynne *et al.,* 1975；Gibori *et al.,* 1978；Layrisse *et al.,* 1980；Makne and Bhale, 1987）。落花生爲自交作物，以基因固定時爲選拔的最終對象。育種材料於自交幾代後其表現是否一致，是值得考慮的問題，因此，早期世代進行組合力分析必需與後期世代的實際表現具有高度相關性，才能獲得正確的訊息。Wynne（1976） 研究發現 F_2 與 F_3 世代其產量的GCA 效應具有顯著的相關性；Isleib and Wynne（1983）利用測交方法進行評估，亦認爲 F_2 世代及親本的表現與 F_4 世代具有高度相關性，而 F_1 世代則無；Holbrook（1990）亦指出親本與 F_2、F_3 的表現具相關性，而且 F_2 與 F_3 之 GCA 效應均相似，且認爲在 F_1 世代進行評估是不適當。前述作者是在同時同地進行試驗，或認爲年度間爲均質性所得之結果；但基因型與環境交感作用普遍存在（Sangha and Labana, 1982；Swe and

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1641 號。
2. 本所農藝系助理、助理研究員及副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

Branch, 1986；Michaels, 1988；盧等, 1990)；年度間之差異亦普遍存在。而一般育種方式是每年均繁殖後代，因此，如果要在早期世代評估親本及組合的好壞，則必需在不同年度的後代間具相關性。

本研究利用半互交15個組合的 F_2 及 F_3 世代，進行落花生莢果及籽粒性狀的組合力分析，並比較型間與型內組合之差異性，及探討 F_1、F_2及F_3 世代間表現之關係，以供育種之參考。

材料與方法

利用六個變異性大的品系(Spanish、Valencia及 Virginia 各二品系)進行6×6半互交，共有15個組合及親本進行田間試驗，其親本 Spanish type 產量高、莢數多及早熟，但籽粒及莢果較小；Valencia type 莢果長、多爲多粒莢及抗銹病；Virginia type 莢果及籽粒均大；詳細之特性及 F_1 世代之結果如楊等 (1991) 所示。F_2 及 F_3 世代分別於1990及1991年春作在臺中農試所進行，田間採用逢機完全區集設計，行株距45×10cm，行長5m，重複6次，每小區F_2世代6行F_3世代8行，親本均各1行，田間管理同一般慣行法，每公頃肥料用量 N：P_2O_5：K_2O＝20：60：40Kg，於整地前一次撒施，成熟期每行逢機收取10株，調查單株莢果及籽粒性狀，包括：莢數、莢重、粒數、粒重、莢長、莢寬、粒長及粒寬共8個性狀。

上述 F_2 及 F_3 組合及親本之資料，以 Griffing (1956) 之 Method II，Model I進行分析，以獲得一般組合力 (GCA) 及特殊組合力 (SCA) 效應之估值；並利用二年親本之資料進行均質性分析，結果年度間並非均質，故 F_2 及 F_3 未合併分析。

結果與討論

在臺灣，爲配合輪作及一年兩期作之制度下，落花生之栽培均以早熟直立性的小粒種Spanish type 爲主。而在當前的栽培環境下，Spanish type 表現也極優異，不論產量及其相關性狀均較優且穩定；而大粒型的 Virginia type 品種，因較晚熟致籽粒不飽滿現象，導致產量偏低且影響商品價值，並不適合栽培 (盧等，1988；楊等，1989) 。而本試驗所利用的六個品系，在三年的結果則差異頗大，經均質性分析結果並不一致 (表未列出) ，但一般而言 Spanish 有較多的莢數及較小的莢果及籽粒，Virginia 有較大的莢果及籽粒，Valencia 則莢果較長及多爲多粒莢等特性，如能組合各特性於一體，育成高產及大粒大莢 或多粒莢之品種，將有助於落花生產業之發展。

組合力均方分析結果顯示，所調查之8個性狀，在 F_2 世代 (表1) 其 GCA 及 SCA 均達極顯著；且 GCA 大於 SCA。在 F_3 世代 (表2) 除粒寬外，其餘7個性狀亦均達顯著水準，而且除粒寬外，其餘7個性狀亦均 GCA 大於 SCA。Holbrook (1990) 亦發現 F_3 世代之 GCA 仍顯著，顯然落花生利用全互交分析遺傳因子作用是不妥當的 (Sokol and Baker，1977)，可能因落花生爲異質四元體，其基因作用較複雜有關。但無論如何，了解其基因之作用形式仍有助於育種上之參考。因 SCA 由顯性及上位性所控制，上位性包括顯性×顯性、顯性×累加性及累加性×累加性之上位性(Griffing, 1956)，而落花生爲自交作物，理論上自交幾代後其顯性作用及涵蓋顯性之上位性作用應當快速減低，除非有很大的顯性作用，不然自交一兩代即不明顯，因此 F_3 世代之SCA 仍顯著，可能爲累加性×累加性之上位性作用，或爲連鎖顯性作用之結果佔大部份；Isleib *et al.*(1970) 認爲 F_1 到 F_5 均具有上位性，且累加性×累加性上位性遠大於顯性作用，因此可被固定而利用，在育種上仍有其價值。

比較 F_1 到 F_3 的 GCA/SCA 均方比值(表3)，以觀察其相關性，可發現除莢數及莢重外，其餘性狀之比值隨世代之增加而有減少之趨勢，顯示 SCA 隨世代之增加而更具重要性，此結果與Holbrook(1990)之研究不同，可能因材料不同或環境造成或爲取樣上之問題，尚待進一步研究。

表1. 親本及 F_2 族群八性狀組合力之均方值

Table 1. Mean squares from the combining ability analysis of variance among parents and F_2 populations for eight peanut characters.

Character	G. C. A.	S. C. A.	Error
Pod number	12.6059**	2.7907**	0.7954
Pod weight (g)	36.9674**	7.1109**	1.5078
Kernel number	75.8566**	16.7301**	3.4766
Kernel weight (g)	13.0000**	4.1184**	0.8262
Pod length (cm)	1.0526**	0.0421**	0.0021
Pod width (cm)	0.0612**	0.0028**	0.0003
Kernel length (cm)	0.1314**	0.0130**	0.0007
Kernel width (cm)	0.0036**	0.0017**	0.0002

*, ** : Significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.
G. C. A : general combining ability effect
S. C. A : specific combining ability effect

表2. 親本及 F_3 族群八性狀組合力之均方值

Table 1. Mean squares from the combining ability analysis of variance among parents and F_3 populations for eight peanut characters.

Character	G. C. A.	S. C. A.	Error
Pod number	20.6076**	3.6148**	1.6010
Pod weight (g)	7.0911*	6.3453*	2.5170
Kernel number	29.7582**	18.2121**	5.8280
Kernel weight (g)	4.1016*	3.4808*	1.4850
Pod length (cm)	0.4138**	0.0564**	0.0043
Pod width (cm)	0.0371**	0.0029**	0.0009
Kernel length (cm)	0.0240**	0.0069**	0.0009
Kernel width (cm)	0.0002	0.0004	0.0003

*, ** : Significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.
G. C. A : general combining ability effect
S. C. A : specific combining ability effect

表3. 一般組合力及特殊組合力均方值在 F_1、F_2 及 F_3之比值

Table 3. Relative magnitude of mean squares (MS) for general (GCA) and specific (SCA) combining ability for eight characters measured in the F_1, F_2 and F_3 generation.

Character	MS (G. C. A.) ／MS (S. C. A.)		
	F_1	F_2	F_3
Pod number	11.7602	4.5171	5.700
Pod weight (g)	2.0984	5.1987	1.117
Kernel number	9.4442	4.5341	1.634
Kernel weight (g)	3.0890	3.1566	1.178
Pod length (cm)	47.0378	24.9989	7.337
Pod width (cm)	54.1974	21.6739	12.793
Kernel length (cm)	11.7391	10.0860	3.478
Kernel width (cm)	3.0603	2.0371	0.500

G. C. A : general combining ability effect
S. C. A : specific combining ability effect

分析 F_2 及 F_3 世代親本之 GCA 效應(表4及表5)，因環境因子不均質，故未合併分析，結果顯示 F_2 世代(表4)之 A_1(Spanish)品系除莢數及籽粒寬度爲正效應外，其餘6個性狀均爲負效應；A_2(Spanish)品系除莢數爲正效應外，其餘6個性狀均爲負效應；B_1(Valencia)品系在莢重、粒重、莢寬及粒長等4個性狀爲正效應，其餘4個性狀爲負效應，且莢長爲最大負效應；B_2(Valencia)品系在莢數、莢重、粒數、粒重及莢寬等5個性狀爲正效應，且莢重、粒重及粒數爲最大正效應，而莢長、粒長及莢寬爲負效應；C_1(Virginia)品系在莢長、莢寬、粒長及粒寬等4個性狀爲正效應，且莢長及粒長爲最大正效應，而4個負效應之莢數及粒數爲最大負效應；C_2(Virginia)品系在莢數、莢重、粒數、粒重及莢長爲正效應，其餘3個性狀爲負效應。

表4. 六個親本在 F_2 世代之一般組合力效應估值

Table 4. Estimates of general combining ability (GCA) effects in F_2 for eight characters of six parents.

Parent	Pod number	Pod weight (g)	Kernel number	Kernel weight (g)	Pod length (cm)	Pod width (cm)	Kernel length (cm)	Kernel width (cm)
A_1	0.3716	−1.7039	−1.5209	−0.7703	−0.4118	−0.0782	−0.1034	0.0288
A_2	1.4249	−2.4226	0.1708	−1.4234	−0.4457	−0.1245	−0.1665	−0.0185
B_1	−1.3622	1.6003	−0.3619	0.3793	−0.4752	0.1075	0.1222	−0.0076
B_2	0.9704	3.3224	5.3683	2.2687	−0.1777	0.0471	−0.0102	−0.0054
C_1	−1.6838	−0.8543	−4.0001	−0.4634	0.1769	0.0533	0.1688	0.0237
C_2	0.2791	0.0582	0.3439	0.0091	0.0276	−0.0053	−0.0109	−0.0209
S. E.(gi-gj)	0.3994	0.6140	0.9323	0.4545	0.0230	0.0089	0.1135	0.0070

A_1，A_2: Spanish type
B_1，B_2: Valencia type
C_1: Virginia Bunch type
C_2: Virginia Runner type

在 F_3 世代其 GCA 效應（表5）與 F_2 世代差異頗大。在 A_1 品系與 F_2 世代類似，只有莢數及粒寬爲正效應，其餘6個性狀爲負效應；A_2 品系則與 F_2 世代差異頗大，F_3 世代有5個性狀爲正效應而 F_2 世代只有2個爲正效應；B_1 品系除粒重及莢長兩世代不同外，其餘6個性狀均類同；B_2品系差異亦大，有4個性狀正負效應相反；C_1 品系則兩世代所有8個性狀的正負效應均相同；C_2品系除莢長及粒長外，其餘6個性狀均相反的正負效應。由於三個世代間各性狀之 GCA 效應差異頗大，尤其 F_1 世代與 F_2 及 F_3 世代差異更大〔此可能與 F_1 爲寬植有關（楊等，1991）〕，實在很難判斷親本之潛能，因此是否可利用單一年度單一地點進行評估，實有待商榷。而 Holbrook (1990) 在 F_2 及 F_3 世代兩年度均質環境下，認爲兩世代的 GCA 效應是一致的，仍有待更多的證據證實。

表5. 六個親本在 F_3 世代之一般組合力效應估值

Table 5. Estimates of general combining ability (GCA) effects in F_3 for eight charactars of six parents.

Parent	Pod number	Pod weight (g)	Kernel number	Kernel weight (g)	Pod length (cm)	Pod width (cm)	Kernel length (cm)	Kernel width (cm)
A_1	0.6471	−1.1261	−1.3801	−0.8127	−0.3420	−0.0678	−0.0506	0.0043
A_2	4.3553	1.2637	4.6827	1.3088	−0.4112	−0.1476	−0.1021	0.0021
B_1	−1.4784	0.7282	−1.7248	−0.1194	0.3883	0.0902	0.1187	−0.0127
B_2	−0.9997	1.5242	1.9009	1.1451	0.2727	0.1082	0.0099	0.0031
C_1	−1.2799	−1.5756	−2.3421	−1.1284	0.0163	0.0057	0.4742	0.0031
C_2	−1.2444	−0.8143	−1.1366	−0.3934	0.0760	0.0114	−0.0233	0.0001
S. E.(gi-gj)	0.8005	1.2585	2.9140	0.7425	0.0021	0.0004	0.0004	0.0001

A_1，A_2: Spanish type
B_1，B_2: Valencia type
C_1: Virginia Bunch type
C_2: Virginia Runner type

由於落花生三個型間之性狀差異很大，欲了解其雜交後代的表現，將所有組合的平均值及型間組合平均值列於表6（F_2 世代）及表7（F_3 世代），以供育種之參考。在 F_2 世代之15個組合中，莢數以 $A_2 \times C_2$ 組合最大，$B_1 \times C_1$ 及 $C_1 \times C_2$ 兩組合最小；莢重以 $B_1 \times B_2$ 及 $B_2 \times C_1$ 兩組合最大，$A_1 \times A_2$ 及 $A_2 \times B_1$ 兩組合最小；在粒數以 $A_2 \times C_2$ 及 $B_1 \times B_2$ 兩組合最大，$C_1 \times C_2$ 組合最小；在粒重以 $B_1 \times B_2$ 及 $B_2 \times C_1$ 兩組合最大，$A_2 \times B_1$ 及 $A_1 \times A_2$ 兩組合最小；在莢長以 $B_1 \times C_2$ 及 $B_1 \times C_1$ 兩組合最大，$A_1 \times A_2$ 組合最小；在莢寬以 $B_1 \times C_1$ 最大，$A_1 \times A_2$ 最小；粒長以 $B_1 \times C_1$ 最長，$A_1 \times A_2$、$A_2 \times C_1$ 及 $A_2 \times C_2$ 最短；粒寬以 $A_1 \times B_2$ 及 $A_1 \times C_2$ 最大，$A_2 \times B_2$ 最小。由組合整體觀之，以 $B_1 \times B_2$ 及 $B_2 \times C_1$ 兩組合最好，所有8個性狀之平均值均優，而 $A_1 \times A_2$、$A_2 \times B_2$ 及 $A_2 \times C_1$ 三組合表現最差，不但單株產量差且莢果及籽粒均小。比較型間及型內組合結果，以型間Valencia×Virginia 的雜交組合較優，除莢數外，其餘7個性狀最高，而 Spanish×Valencia 組合則最差。

表6. F_2 世代15個組合之平均值

Table 6. Mean value of fifteen F_2 crosses for eight characters in 6×6 diallel crosses.

Cross	Pod number	Pod weight (g)	Kernel number	Kernel weight (g)	Pod length (cm)	Pod width (cm)	Kernel length (cm)	Kernel width (cm)
				Within type				
$A_1 \times A_2$	12.79	10.79	21.25	8.04	2.26	1.16	1.14	0.78
$B_1 \times B_2$	12.15	21.72	30.59	14.83	3.63	1.45	1.54	0.80
$C_1 \times C_2$	9.62	14.57	17.57	10.48	3.15	1.44	1.70	0.83
Mean	11.52	15.69	23.14	11.12	3.01	1.35	1.46	0.80
				Among type				
				(Spanish×Valencia)				
$A_1 \times B_1$	10.83	13.62	18.63	9.16	2.73	1.37	1.43	0.83
$A_1 \times B_2$	14.28	17.83	26.40	12.86	2.70	1.36	1.42	0.84
$A_2 \times B_1$	10.74	11.18	18.84	7.50	2.69	1.31	1.37	0.76
$A_2 \times B_2$	13.75	12.53	25.25	8.61	2.51	1.25	1.24	0.72
Mean	12.40	13.79	22.28	9.53	2.66	1.32	1.37	0.79
				(Spanish×Virginia)				
$A_1 \times C_1$	12.47	14.17	22.87	10.14	2.57	1.24	1.31	0.80
$A_1 \times C_2$	14.43	15.86	25.59	12.00	2.41	1.23	1.28	0.84
$A_2 \times C_1$	14.05	12.28	24.21	8.90	2.36	1.14	1.17	0.76
$A_2 \times C_2$	18.03	18.37	31.76	13.51	2.41	1.18	1.17	0.80
Mean	14.75	15.17	26.11	11.41	2.44	1.20	1.23	0.80
				(Valencia×Virginia)				
$B_1 \times C_1$	9.17	16.70	18.17	11.14	3.73	1.56	1.81	0.83
$B_1 \times C_2$	10.45	19.90	25.66	13.17	3.77	1.43	1.54	0.79
$B_2 \times C_1$	12.87	20.27	29.91	14.47	3.26	1.40	1.44	0.80
$B_2 \times C_2$	13.16	17.98	28.87	12.97	3.01	1.36	1.34	0.80
Mean	11.41	18.71	25.65	12.94	3.44	1.44	1.53	0.81
LSD 5%	1.70	2.20	3.20	1.63	0.01	0.04	0.06	0.03
LSD 1%	2.26	2.93	4.25	2.17	0.01	0.06	0.07	0.04

在 F_3 世代之表現（表7），莢數與 F_3 世代相同，仍以 $A_2 \times C_2$ 最多；莢重以 $A_2 \times C_2$ 最大，而 F_2 爲 $B_1 \times B_2$ 最大；粒數及粒重以 $A_2 \times C_2$ 最大，而 F_2 爲 $B_1 \times B_2$ 最大；莢長在兩世代均以 $B_1 \times C_2$ 最長；莢寬以 $B_1 \times B_2$ 及 $B_1 \times C_1$ 兩組合最大，F_2 則爲 $B_1 \times C_1$ 最大；粒長兩世代亦均以 $B_1 \times C_1$ 最長；粒寬以 $A_1 \times C_1$ 最大，而 F_2 以 $A_1 \times B_2$ 及 $A_1 \times C_2$ 最大；可見兩世代各性狀的表現差異頗大，從組合整體表現觀之，$A_2 \times C_2$ 及 $B_2 \times C_1$ 兩組合較優，此與 F_2 世代相同；比較型間及型內結果，兩世代均以 Valencia×Virginia 組合較優，但型內組合在 F_3 最差。

表7. F_3 世代15個組合之平均值

Table 7. Mean value of fifteen F_3 crosses for eight characters in 6×6 diallel crosses.

Cross	Pod number	Pod weight (g)	Kernel number	Kernel weight (g)	Pod length (cm)	Pod width (cm)	Kernel length (cm)	Kernel width (cm)
				Within type				
$A_1 \times A_2$	14.88	17.21	25.07	12.81	2.84	1.29	1.44	0.87
$B_1 \times B_2$	8.83	18.24	22.01	12.91	3.78	1.59	1.57	0.86
$C_1 \times C_2$	5.71	9.61	10.33	6.98	3.28	1.47	1.62	0.83
Mean	9.81	15.02	19.14	10.90	3.30	1.45	1.54	0.85
				Among type				
				(Spanish×Valencia)				
$A_1 \times B_1$	11.19	16.05	19.47	10.93	3.08	1.45	1.52	0.84
$A_1 \times B_2$	12.32	17.58	23.56	12.50	3.01	1.45	1.48	0.86
$A_2 \times B_1$	13.70	17.70	23.71	12.73	3.06	1.36	1.48	0.86
$A_2 \times B_2$	14.67	17.83	26.42	12.83	2.99	1.39	1.44	0.86
Mean	12.97	17.29	23.29	12.25	3.04	1.41	1.48	0.86
				(Spanish×Virginia)				
$A_1 \times C_1$	11.87	15.92	21.03	11.39	2.95	1.39	1.46	0.90
$A_1 \times C_2$	12.11	14.18	21.34	10.77	2.60	1.28	1.31	0.88
$A_2 \times C_1$	16.27	17.21	28.23	13.06	2.65	1.23	1.31	0.87
$A_2 \times C_2$	17.68	20.55	31.30	14.45	2.66	1.28	1.33	0.88
Mean	14.48	16.96	25.47	12.42	2.71	1.29	1.35	0.88
				(Valencia×Virginia)				
$B_1 \times C_1$	10.72	17.23	21.03	11.56	3.50	1.51	1.71	0.86
$B_1 \times C_2$	9.43	19.14	22.87	13.03	3.98	1.59	1.61	0.86
$B_2 \times C_1$	10.08	19.17	26.00	14.14	3.53	1.56	1.50	0.88
$B_2 \times C_2$	9.88	18.71	25.60	13.84	3.62	1.57	1.46	0.88
Mean	10.03	18.56	23.87	13.14	3.66	1.56	1.57	0.87
LSD 5%	3.56	4.46	6.79	3.43	0.18	0.08	0.08	0.05
LSD 1%	4.74	5.94	9.04	4.56	0.25	0.12	0.12	0.06

分析 SCA 效應結果列於表8及表9，在 F_2 世代（表8）15個組合中以 $A_2 \times C_2$ 組合表現較優，在8個性狀有5個性狀爲最大之正效應，其餘3個性狀雖然爲負效應但均不大；$B_1 \times C_2$ 組合雖有7個性狀爲正效應，但均不大；而 $A_2 \times B_1$ 及 $A_2 \times B_2$ 兩組合最差，有7個性狀爲高負效應；比較型間及型內組合結果，Spanish×Virginia 較優，有7個性狀爲正效應且其中4個爲最大；但莢果及籽粒大小爲負效應，可能與親本（Spanish type）太小有關，如能選得較大之 Spanish type 品系再與 Virginia type 品系進行雜交或許雜交後裔的表現會更好，値得育種之參考；而 Spanish×Valencia 表現最差，有6個性狀爲大的負效應。

表8. F_2 世代型間及型內組合之特殊組合力比較

Table 8. Comparison of specific combining ability (SCA) effects between botanical type crosses of six peanut lines in F_2 generation.

Cross	Pod number	Pod weight (g)	Kernel number	Kernel weight (g)	Pod length (cm)	Pod width (cm)	Kernel length (cm)	Kernel width (cm)
				Within type				
$A_1 \times A_2$	−2.1809	−1.3058	−2.3840	−1.1664	0.1896	0.0292	0.0039	−0.0293
$B_1 \times B_2$	−0.1259	0.5751	0.6012	0.7849	0.0562	−0.0362	0.0199	0.0203
$C_1 \times C_2$	−1.6363	−0.8545	−3.7613	−0.4708	0.0201	0.0640	0.1353	0.0367
Mean	−1.3144	−0.5284	−1.8480	−0.2851	0.0886	0.0190	0.0531	0.0093
				Among type				
				(Spanish×Valencia)				
$A_1 \times B_2$	−0.8471	−2.4987	−4.4746	−1.8541	−0.2544	0.0105	0.0032	0.0182
$A_1 \times B_2$	0.2737	−0.0108	−2.4332	−0.0352	0.0072	0.0591	0.1256	0.0230
$A_2 \times B_1$	−1.9855	−4.2116	−5.9563	−2.8560	−0.2623	−0.0064	0.0067	−0.0050
$A_2 \times B_2$	−1.3046	−4.5837	−5.2748	−3.6337	−0.1527	0.0041	0.0157	−0.0491
Mean	−0.9659	−2.4472	−4.5347	−2.0948	−0.1655	0.0148	0.0378	−0.0032
				(Spanish×Virginia)				
$A_1 \times C_1$	1.1162	0.5059	3.4085	−0.0264	−0.1237	−0.0672	−0.1616	−0.0470
$A_1 \times C_2$	1.1166	1.2917	1.7812	1.3644	−0.1335	−0.0154	−0.0135	0.0400
$A_2 \times C_1$	1.6412	−0.6637	3.0552	−0.6116	−0.2977	−0.1222	−0.2339	−0.0381
$A_2 \times C_2$	3.6583	4.5155	6.2579	3.5276	−0.1026	−0.0214	−0.0624	0.0479
Mean	1.8831	1.4124	3.6257	1.0635	−0.1644	−0.0566	−0.1179	0.0007
				(Valencia×Virginia)				
$B_1 \times C_1$	−0.4484	−0.2683	−2.4538	−0.1810	0.1919	0.0714	0.1095	0.205
$B_1 \times C_2$	−1.1330	2.0192	0.6939	1.3832	0.3416	0.0027	0.0223	0.0198
$B_2 \times C_1$	0.9208	1.5846	3.5594	1.2596	−0.0246	−0.0307	−0.1227	−0.0087
$B_2 \times C_2$	−0.7571	−1.6145	−1.8246	−0.7045	−0.0533	−0.0075	−0.0459	0.0347
Mean	−0.3544	0.4303	−0.0063	0.4393	0.1139	0.0090	−0.0104	0.0165
S. E.$(S_{ij}-S_{ik})$	1.1798	1.6244	2.4666	1.2025	0.0609	0.0235	0.0356	0.0184
S. E.$(S_{ij}-S_{kl})$	1.0923	1.5039	2.2836	1.2394	0.0564	0.0218	0.0330	0.0170

F_3 世代SCA效應(表9)在15個組合中以 $A_2 \times C_2$ 及 $B_1 \times C_2$ 最好，此與 F_2 世代相同，其餘組合兩世代差異很大；比較型間及型內組合結果，以 Valencia×Virginia 較優，所有性狀均為正效應，此與 F_2 世代有相當大的出入；但 Spanish×Valencia 組合與 F_2 相同，仍是最差，所有性狀均為負效應；因此如針對莢果及籽粒性狀上的改良，應儘量少用 Spanish×Valencia 進行雜交。

表9. F_3 世代型間及型內組合之特殊組合力比較

Table 9. Comparison of specific combining ability (SCA) effects between botanical type crosses of six peanut lines in F_3 generation.

Cross	Pod number	Pod weight (g)	Kernel number	Kernel weight (g)	Pod length (cm)	Pod width (cm)	Kernel length (cm)	Kernel width (cm)
				Within type				
$A_1 \times A_2$	−2.0756	−0.0193	−1.4322	−0.0713	0.4216	0.0804	0.1136	−0.0051
$B_1 \times B_2$	−0.6451	−1.0990	−1.3647	−0.4418	−0.0456	−0.0304	−0.0436	0.0141
$C_1 \times C_2$	−3.7198	−5.0918	−9.3910	−3.8273	0.0202	0.0258	0.1088	−0.0389
Mean	−2.1468	−2.0700	−4.0626	−1.4288	0.1321	0.0253	0.0596	−0.0099
				Among type (Spanish×Valencia)				
$A_1 \times B_1$	0.0632	−0.6407	−0.6237	−0.4670	−0.1338	−0.0014	−0.0321	−0.0154
$A_1 \times B_2$	0.7115	0.0953	−0.1605	−0.1595	−0.0924	−0.0154	0.0386	−0.0111
$A_2 \times B_1$	−1.1351	−1.3835	−2.4495	−0.7915	−0.0916	−0.0127	0.0156	0.0028
$A_2 \times B_2$	−0.6388	−2.0445	−3.3602	−1.9500	−0.0381	0.0054	−0.1144	0.0021
Mean	−0.2498	−0.9933	−1.6485	−0.8445	−0.0890	−0.0060	−0.0231	−0.0054
				(Spanish×Virginia)				
$A_1 \times C_1$	0.5467	1.5310	1.5585	0.9989	0.1082	0.0271	−0.0169	0.0268
$A_1 \times C_2$	0.7542	−0.9663	0.6580	−0.3550	−0.3036	−0.0907	−0.1031	0.0048
$A_2 \times C_1$	1.2415	0.4353	2.6877	0.5504	−0.1226	−0.0602	−0.1144	0.0021
$A_2 \times C_2$	2.6079	3.0120	4.5542	2.2084	−0.1694	−0.0129	−0.0316	0.0141
Mean	1.2876	1.0030	2.3646	0.8507	−0.1219	−0.0342	−0.0665	0.0120
				(Valencia×Virginia)				
$B_1 \times C_1$	1.5252	0.9908	1.9002	0.4837	−0.0771	−0.0149	0.0588	0.0018
$B_1 \times C_2$	0.1917	2.1325	2.5377	1.2167	0.3482	0.0593	0.0326	0.0068
$B_2 \times C_1$	0.4065	2.1348	3.2445	1.7942	0.0714	0.0221	−0.0364	0.0081
$B_2 \times C_2$	0.1660	0.9135	1.6410	0.7572	0.1046	0.0183	−0.0066	0.0131
Mean	0.5723	1.5249	2.3308	1.0629	0.1118	0.0212	0.0121	0.0074
S. E.$(S_{ij}-S_{ik})$	2.4015	3.7755	8.7420	2.2275	0.0064	0.0013	0.0013	0.0004
S. E.$(S_{ij}-S_{kl})$	1.6010	2.5170	5.8280	1.4850	0.0043	0.0009	0.0009	0.0003

在理論上，自交作物會因自交而減少顯性及包含顯性之上位性作用，使得 SCA 效應變得不重要，因此高 GCA 效應之親本，其雜交後代應有較優的表現，可作為親本選擇之參考 (Baker，1978)。但由本試驗結果顯示，F_2 及 F_3 世代的 SCA 效應仍然呈顯著，而且所佔比率有增加之趨勢，顯然 SCA 效應仍不能忽視；據 Isleib *et al.* (1978) 研究顯示 F_1 到 F_5 世代均有上位性，且累加性×累加性的上位性遠大於顯性作用，而此種上位性作用可被固定而選拔獲得，在育種上有其價值；而 GCA 效應在三世代間差異很大，實很難判斷親本之優劣，因此要在單一地點及單一年度下評估實為不當；據 Hamid *et al.* (1981) 及 Wynne *et al.* (1975) 研究認為產量的 GCA 效應與地點及年度均具有交感作用，而且 F_1 種子要大量獲得頗為困難，因此通常以寬植方式繁殖後代以獲得大量的族

群，因而 F_1 分析結果會與後期世代密植下不同（Holbrook, 1990；Wynne *et al.,* 1975）；但 F_2 世代與後期世代表現具相關性，可有效的評估（Holbrook, 1990；Islwib and Wynne, 1983；Wynne, 1976）。

總之，由本研究顯示，在不均質的年度間，在單一地點進行早期連續世代組合力評估，並不能獲得一致之訊息。比較型間組合之差異，以 Spanish 及 Valencia 兩種型的品系與 Virginia 型品系進行雜交，可能其後裔的表現會較優，值得育種之參考。

參考文獻

1. 楊金興、曹文隆、盧煌勝。1989。落花生種源之評估與利用。中華農業研究38：179—190.
2. 楊金興、曾富生、曹文隆、盧煌勝。1991。落花生型間雜交後裔莢果及籽粒性狀之遺傳研究 I. F_1 世代組合力及雜種優勢分析。中華農業研究40：375—384.
3. 盧煌勝、楊金興、曹文隆。1988。不同型間落花生產量及其構成因素之比較。中華農業研究37：266—277.
4. 盧煌勝、楊金興、曹文隆。1990。基因型與環境交感效應變方成分劃分在落花生品系試驗中環境評估之應用。中華農業研究39：174—181.
5. Anderson, W. F., J. C. Wynne, C. C. Green, and M. K. Beute. 1986. Combining ability and heritability of resistance to early and late leafspot of peanut. Peanut Sci. 13：10—14.
6. Baker, R. J. 1978. Issue in diallel analysis. Crop Sci. 18：533—536.
7. Dwivedi, S. L., K. Thendapani, and S. N. Nigam. 1989. Heterosis and combining ability studies and relationship among fruit and seed characters in peanut. Peanut Sci. 16：14—20.
8. Gibori, A., J. Hillel, A. Cahaner, and A. Ashri. 1978. A 9×9 diallel analysis in peanuts (*A. hypogaea* L.). Flowering time, tops weight, pod yield per plant, and pod weight. Theor Appl. Genet. 53：169—179.
9. Gregory, W. C., A. Krapovickas, and M. P. Gregory. 1980. Structure, variation, and classification in *Arachis.* PP. 469—481. *In*：Advanced in Legume Science. Royal Botanic. Gardens, Kew, UK.
10. Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Aust. J. Biol. Sci. 9：463—493.
11. Hammons, R. O. 1973. Genetics of *Arachis hypogaea.* PP.135—173. *In*：Peanuts-Culture and Uses. Amer. Peanut Res. Educ. Assoc. Inc. Stillwater, Okla.
12. Holbrook, C. C. 1990. Utility of early generation diallel analysis for predicting parental potential for yield and yield components in peanuts. Peanut Sci. 17：9—11.
13. Isleib, T. G., and J. C. Wynne. 1983. F4 bulk testing in testcrosses of 27 exotic peanut cultivars. Crop Sci. 23：841—846.
14. Isleib, T. G., J. C. Wynne, and J. O. Rawlings. 1978. Estimates of epistasis for diverse peanut cultivars. Peanut Sci. 5：106—108.
15. Layrisse, A., J. C. Wynne, and T. G. Isleib. 1980. Combining ability for yield, protein and oil of peanut lines from South American centers of diversity. Euphytica 29：561—570・
16. Makne, V. G., and N. L. Bhale. 1987. Combining-ability analysis for yield, protein and oil in groundnut. Indian J. Agric. Sci. 57：617—621.
17. Manohran, V., P. Vindhiyavarman, N. Sundaram, and S. Thangavelu.1985. An analysis of combining ability in groundnut. Madras Agric. J. 72：601—605.
18. Mather, K., and J. L. Jinks. 1971. Biometrical Genetics. pp.382. Cornell Univ. Press. Ithaca, New York.
19. Michaels, T. E. 1988. Effect of selection for emergence and maturity on yield of Ontario peanuts. Peanut Sci. 15：69—72.
20. Norden, A. J. 1973. Breeding of the cultivated peanut. pp. 175—208. *In*：Peanuts—Culture and Uses.

Amer. Peanut Res. and Educ. Assoc. Inc., Stillwater, Okla.

21. Sangha, A. S., and K. S. Labana. 1982. Diallel analysis in groundnut (*Araches hypogaea* L.). Part 2. Pod number and pod yield. Theor. Appl. Genet. 64 : 59—63.

22. Sokol, M. J., and R. J. Baker. 1977. Evaluation of the assumptions required for the genetic interpretation of diallel experiments in self-pollinating crops. Can. J. Plant Sci. 57 : 1185—1191.

23. Swe, S. T., and W. D. Branch. 1986. Estimates of combining ability and heterosis among peanut cultivars. Peanut Sci. 13 : 70—74.

24. Wynne, J. C. 1976. Evaluation of early generation testing in peanuts. Peanut Sci. 3 : 62—66.

25. Wynne, J. C., D. A. Emery, and P. W. Rice. 1970. Combining ability estimates in *Araches hypogaea* L. II. Field performance of F_1 hybrids. Crop Sci. 10 : 713—715.

26. Wynne, J. C., J. O. Rawlings, and D. A. Emery. 1975.Combining ability estimates in *Araches hypogaea* L. III. F_2 generation of intra-and intersubspecific crosses. Peanut Sci. 2 : 50—54.

Evaluation of Early Generation Diallel Analysis in Peanuts[1]

K. H. Yang, W. L. Tsaur and Y. S. Cheng[2]

Summary

Six peanut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes, including two of each Spanish, Valencia and Virginia types, representing a wide range of genetic diversity, were selected as the parents. A 6×6 half-diallel mating design was followed for evaluating the combining ability of pod and seed traits in peanuts.

The changes in combining ability parameters among the F_1 and the resulted subsequent generations and the performances of the parameters of inter-and intra-type crosses were investigated. The parents and progenies, F_2 and F_3 generations, were tested in spring crops of 1990 and 1991, respectively. Experimental results indicated that both general and specific combining abilities (GCA and SCA) were significant. Further more, the GCA effects were higher than those of SCA effects for all traits in both F_2 and F_3 generations. However, the ratios of GCA/SCA were low in the later generations. This suggests that the SCA effects might be more important in advanced generation. The GCA effects of six parents estimated from the F_1 and from the subsequent generation wer varied. This fact indicates that combining ability parameters estimated from the F_1 generation should not be effective to predict the performance in subsequent generations. Comparing SCA effects of inter-and intra-type crosses showed that Spaniah type×Virginia types combinations had more positive effecets in F_2 generation, Valencia type×Valencia types combinations had positive effects for all traits in F_3 generation, Spanish types×Valencia types combinations had negative effects for most traits in F_2 and F_3 generations. Thes results suggestthat Spanish types and Valencia types cross with Virginia types were promising combinations for pod and seed traits improvement.

Key words : Peanut (*Araches hypogaea* L.), Early generation, General combining ability, Specific combining ability.

1. Contribution No. 1641 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, Research Assistant, Assistant Agronomist, and Associate Agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan 413, ROC.